

## ESTUDIO LIMNOLÓGICO DE SEIS MEDIOS LENÍTICOS DE LA RIOJA (ESPAÑA)

JOSÉ LUIS VELASCO<sup>1</sup>, ÓSCAR SORIANO<sup>1</sup>, MIGUEL ÁLVAREZ<sup>2</sup> Y ÁNGEL RUBIO<sup>2</sup>

### RESUMEN

A lo largo de un ciclo anual, entre julio de 1996 y mayo de 1997, se llevó a cabo el estudio limnológico de seis medios acuáticos de La Rioja, con una periodicidad estacional. En estos medios, con una acusada variabilidad en su contenido de sales disueltas (desde hipersalinos a dulces) y elevados niveles de eutrofización, en general, se han identificado 90 taxa de fitoplancton, 45 de rotíferos y 56 de organismos macrozoobentónicos. Dada la escasez de estudios sobre las algas en La Rioja, prácticamente todas las especies encontradas son nueva cita para la zona, si bien en España son todas bastante comunes en ambientes análogos. Así mismo, los organismos macrozoobentónicos encontrados son nueva cita para La Rioja. Los rotíferos *Brachionus leydigi* f. *tridentatus* (Sernov, 1901), *Keratella cochlearis* var. *bispida* Lauterborn 1900 y *Euchlanis alata* Voronkov 1912 son nuevas citas para España.

**Palabras clave:** hidroquímica, fitoplancton, rotíferos, macrozoobentos, La Rioja, España.

### SUMMARY

Seasonal limnological samples in six waterbodies from La Rioja (Northern Spain) were taken during a year (July 1996-May 1997). Different salinity and eutrophication levels were found. 90 phytoplankton, 45 rotifers and 56 macrozoobenthic taxa were identified. All environments were shallow lakes, lying on a Tertiary valley, most of them experiencing high turbidity. Most phytoplankton algae were new records for the area. Likewise, all macrozoobenthic taxa were new records for La Rioja. *Brachionus leydigi* f. *tridentatus* (Sernov, 1901), *Keratella cochlearis* var. *bispida* Lauterborn 1900 and *Euchlanis alata* Voronkov 1912 were new rotifer records for Spain.

**Key Words:** hydrochemical, phytoplankton, rotifers, macrozoobenthos, La Rioja, Spain.

### INTRODUCCIÓN

Los estudios del plancton y bentos de medios acuáticos leníticos de La Rioja son prácticamente inexistentes. En la bibliografía consultada sobre plancton, sólo encontramos una referencia

sobre zooplancton en embalses de la cuenca del Ebro (DE MANUEL & JAUME 1993), entre los que hay algunos en las provincias de Álava, Burgos y Navarra próximos a la zona estudiada por nosotros, y una referencia de GONZÁLEZ GUERRERO (1926) sobre algas, principalmente

<sup>1</sup> Museo Nacional de Ciencias Naturales de Madrid. C/ José Gutiérrez Abascal, 2. 28006 Madrid. E-mail: velascoj@mncn.csic.es.

<sup>2</sup> Centro de Ciencias Medioambientales. C/ Serrano 115-bis. 28006 Madrid. E-mail: malvarez@ccma.csic.es.

Recibido: 29/04/99.

Aceptado: 21/10/99.

bentónicas. En cuanto a los estudios del macrozoobentos los antecedentes son muy parecidos y sólo existen algunos trabajos que recogen citas aisladas de algunas especies de hemípteros (BOLÍVAR & CHICOTE 1897; TAMANINI 1957; POISSON 1957; BERTRAND 1964, 1966; JANSSEN 1980), odonatos (BENÍTEZ 1950), tricópteros (NAVÁS 1908, 1914, 1916, 1917, 1918, 1920, 1922; SCHMID 1949; GARCÍA DE JALÓN 1982; CAMARGO & GARCÍA DE JALÓN 1987) o coleópteros (VICENTE 1902; FUENTE 1921; BERTRAND 1954, 1956, 1957; ESPAÑOL 1958; REGIL *et al.* 1986), que en muchos casos se refieren a fauna de sistemas lóticos y no sistemas leníticos como los que nos ocupan.

En el presente trabajo presentamos los resultados del estudio limnológico que realizamos en seis medios acuáticos de La Rioja en el periodo comprendido entre julio de 1996 y febrero de 1997.

Los resultados obtenidos permiten hacer una valoración de la calidad del agua de los medios estudiados y de su grado de eutrofización. También suministra por primera vez información completa de la composición de las comunidades del plancton y macrozoobentos de medios acuáticos de La Rioja.

### ÁREA DE ESTUDIO

Los medios estudiados se distribuyen en tres núcleos principales: en las proximidades de Laguardia (Álava) la laguna de Carrallogroño (8 ha); cerca de Logroño los embalses de La Grajera (32 ha), Las Cañas (60 ha, en Navarra), y la balsa de Sojuela (<1 ha); en las proximidades de Calahorra la balsa de Beriaín (2 ha) y el embalse del Recuenco (11 ha), que siendo originariamente una laguna fue reconvertida en embalse a finales de siglo pasado. Todos los medios se ubican en el Valle del Ebro, sobre terrenos sedimentarios del Terciario. La laguna de Carrallogroño conserva su estado natural y es la laguna salina más septentrional de Europa occidental (MONTES & MARTINO 1987), encuadrada en el endorreísmo de la Depresión del Ebro en la Rioja Alavesa (CASADO & MONTES 1995). En esta laguna observamos acusadas fluctuaciones de su nivel de agua, desde 75 cm aproximadamente en los muestreos de

invierno y primavera, hasta la sequía prácticamente total en otoño de 1996, pasando por una lámina de agua de apenas 5 cm en verano de ese mismo año. El embalse de Las Cañas se ubica en un antiguo humedal salino (CASADO & MONTES 1995) y los embalses del Recuenco y La Grajera fueron originariamente pequeñas lagunas endorreicas (GARCÍA 1993). La Balsa de Sojuela, que es la de mayor altitud (650 m aproximadamente), es una balsa artificial de regadío con el suelo de plástico. En la balsa de Beriaín y en el embalse del Recuenco, en menor medida, se observó una importante influencia de ganado ovino y en el embalse, destaca además la presencia masiva de *Procambarus clarkii* (Girard, 1852) (cangrejo rojo o de las marismas), introducido clandestinamente y posible responsable del empobrecimiento ecológico observado últimamente (GARCÍA 1993). En la figura 1 se da el emplazamiento de los medios acuáticos descritos.

### MATERIAL Y MÉTODOS

Los muestreos fueron estacionales, entre julio de 1996 y mayo de 1997, excepto en la balsa de Sojuela que sólo se muestreó la primera vez, y la laguna de Carrallogroño donde falta la muestra correspondiente al otoño por encontrarse seca la laguna en esa época. El macrozoobentos fue muestreado en primavera y verano únicamente.

No hemos encontrado datos morfométricos publicados, salvo los relativos a superficie debidos a PARDO (1948) (Las Cañas), MONTES & MARTINO (1987) (Carrallogroño), GARCÍA (1993) (embalses de La Grajera y El Recuenco) y estimaciones propias, aproximadas, tomadas «in situ» en las balsas de Sojuela y Beriaín.

Para los análisis químicos en laboratorio se tomaron muestras de 2 L, desde la orilla, eligiendo aquella que mostrara mayor desnivel y a la máxima distancia posible de ella, a 0,5 m de la superficie, conservándose inmediatamente en nevera. Para la determinación de iones principales, amonio, nitritos, nitratos, fósforo total y materia orgánica (DQO) hemos seguido las recomendaciones analíticas de APHA (1985). Conductividad (25 °C), pH y temperatura del agua se midieron «in situ» con sondas Crison.



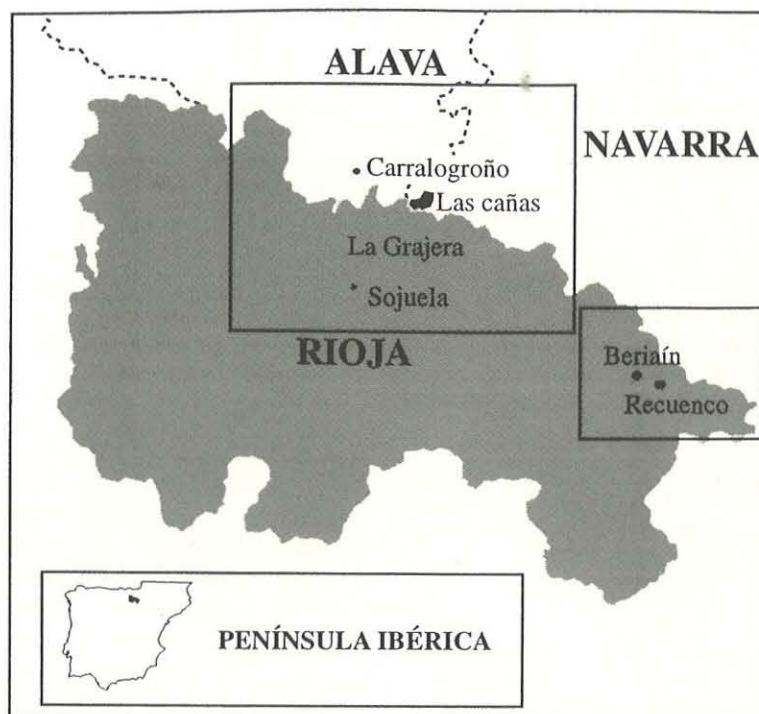


Fig. 1. Localización de los medios acuáticos muestreados en La Rioja. [Geographical location of the water bodies studied in La Rioja (Spain).]

Los muestreos de plancton se hicieron también desde la orilla como en el caso anterior, tomándose para fitoplancton muestras de 250 mL fijadas inmediatamente con lugol, y para zooplancton volúmenes entre 3,5 y 55 L de agua filtrados inmediatamente a través de una malla de 43  $\mu$ m de luz y fijadas con formol al 4%. El recuento e identificación del fitoplancton se hizo con microscopio invertido Zeiss y utilizando las monografías de ANTON & DUTHIE (1980), ETTL *et al.* (1983, 1985, 1990, 1991), HUBER-PESTALOZZI (1938, 1995, 1968, 1983) y MEFFERT (1987). La extracción de clorofila «a» del fitoplancton se hizo con metanol 90% en caliente, utilizando las fórmulas de MARKER *et al.* (1980), para el cálculo de sus concentraciones. El recuento e identificación de los rotíferos se hizo usando un microscopio invertido Olympus con cámaras compuestas de sedimentación de 2,5 a 25 mL y las claves de KOSTE (1978) y SEGERS (1995).

El macrozoobentos fue muestreado cualitativamente en la zona litoral en los sistemas más profundos y en diferentes puntos, tanto litorales como centrales, en los más someros con una manga de mano cuadrangular de 30 cm de lado y 250  $\mu$ m de luz de malla que se pasó sobre el fondo, tanto limoso como pedregoso y en el caso de que existiera vegetación litoral también se dieron pasadas a fin de recoger los organismos situados en las plantas. Las muestras así recogidas se fijaron *in situ* con formol al 10% y se llevaron al laboratorio para su separación y estudio.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Físico-química

#### *Salinidad y composición iónica*

Los medios acuáticos durante el ciclo anual estudiado tuvieron un carácter permanente,

excepto la laguna de Carralagroño, en periodo de sequía durante el muestreo de otoño de 1996. Por la concentración de sales, siguiendo el criterio de MONTES & MARTINO (1987), únicamente la laguna anterior puede considerarse como salina, variando de  $\beta$ -hipersalina en verano a hiposalina en el periodo de máximo nivel en invierno (tabla 1); en los otros medios hay una variación desde las aguas dulces del embalse de la Grajera y Balsa de Sojuela hasta el carácter subsalino del resto de los medios, observándose en ellos una apreciable estabilidad en sus concentraciones salinas a lo largo del año, reflejada en los valores bajos de la desviación estándar de sus respectivos valores medios.

Para expresar la composición iónica media se utilizó la anotación de EUGSTER & HARDIE (1978), basada en porcentajes de iones equivalentes, desestimando valores  $< 5\%$  y entre paréntesis  $< 25\%$ . Según dicho criterio, la composición iónica media de la laguna de Carralagroño, de tipo mixta cloro-sulfatada con el sodio como catión dominante, se dio en primavera y en los otros muestreos varió al tipo  $\text{Na}^+-(\text{Mg}^{++})-\text{SO}_4^{--}-\text{Cl}^-$ . El mencionado carácter iónico mixto es propio de la depresión del Ebro, con rocas sedimentarias de origen marino y continental. En la tabla 1 se resume también la com-

posición iónica media del resto de medios acuáticos, en los que no se apreciaron variaciones significativas a lo largo de los distintos muestreos. En los medios subsalinos más mineralizados de Beriaín y el Recuenco dominaban los iones cloruro y sodio, mientras que las aguas menos mineralizadas de La Grajera, Las Cañas y Sojuela son de tipo mixto, alcalino sulfatadas, con el calcio como catión dominante. El índice  $\text{Cl}^-/\text{SO}_4^{--}$  variable de 1,3 a 2,7 en las tres lagunas más mineralizadas indica una ligera influencia de los materiales sedimentarios marinos sobre los continentales.

### Calidad del agua

En la tabla 2 se dan los valores medios  $\pm 1\text{DE}$  de los parámetros físico-químicos correspondientes a los cuatro muestreos realizados, excepto la clorofila «a» de la que faltan los dos primeros datos.

Por los niveles medios de fósforo total, nitrógeno inorgánico total (amonio más nitratos) y clorofila «a», estos medios pueden considerarse, en general, como altamente eutróficos (UNESCO 1992). Los medios más mineralizados (Carralagroño, Beriaín y El Recuenco) son también los más

TABLA 1  
CONCENTRACIÓN SALINA (ANIONES+CATIONES EN  $\text{g.L}^{-1}$ ; ENTRE PARÉNTESIS ESTACIÓN DEL AÑO), Y COMPOSICIÓN IÓNICA MEDIA (%). EN LA ÚLTIMA COLUMNA, EL ÍNDICE DE CONTINENTALIDAD (HUTCHINSON 1957).  
[SALINITY (ANIONS PLUS CATIONS;  $\text{g.L}^{-1}$ , SEASONS ARE REPORTED IN BRACKETS) AND AVERAGE IONIC COMPOSITION (%). IN THE LAST COLUMN THE CONTINENTALITY INDEX (HUTCHINSON 1957).]

	Concentración salina ( $\text{g.L}^{-1}$ )			Composición iónica media (%): Clasificación	$\text{Cl}^-/\text{SO}_4^{--2}$
	Máx	Mín.	Media $\pm 1$ de		
CARRALAGROÑO	126,4 (V)	12,7 (I)	51,6 $\pm$ 64,9	$\text{Na}^+-(\text{Mg}^{++})--\text{Cl}^--\text{SO}_4^{--}$	HIPERSALINA 1,25
BERIAÍN	2,95 (P)	2,29 (V)	2,50 $\pm$ 0,46	$\text{Na}^+-(\text{Ca})-(\text{Mg}^{++})--\text{Cl}^--\text{SO}_4^{--}-(\text{CO}_3\text{H})$	SUBSALINA 2,65
EL RECUENCO	1,66 (O)	1,10 (P)	1,26 $\pm$ 0,42	$\text{Na}^+-(\text{Ca})-(\text{Mg}^{++})--\text{Cl}^--\text{SO}_4^{--}-(\text{CO}_3\text{H})$	SUBSALINA 1,65
LAS CAÑAS	0,84 (V,O)	0,81 (I)	0,83 $\pm$ 0,06	$\text{Ca}^{++}-\text{Mg}^{++}-\text{Na}^+--\text{CO}_3\text{H}-\text{SO}_4^{--}-(\text{Cl}^-)$	SUBSALINA 0,47
LA GRAJERA	0,40 (I)	0,26 (O)	0,34 $\pm$ 0,07	$\text{Ca}^{++}-(\text{Na}^+)-(\text{Mg}^{++})--\text{CO}_3\text{H}-\text{SO}_4^{--}-(\text{Cl}^-)$	DULCE 0,41
SOJUELA	—	—	0,16	$\text{Ca}^{++}-\text{Mg}^{++}-(\text{Na}^+)--\text{CO}_3\text{H}-\text{SO}_4^{--}-(\text{Cl}^-)$	DULCE 0,30



eutrofizados (hipereutróficos), mientras que la balsa de Sojuela ocuparía el extremo opuesto (mesotrófica). En un lugar intermedio se sitúan los embalses de La Grajera y Las Cañas variando ambos entre mesotróficos y politróficos.

Por el nivel de materia orgánica ( $DQO_{Mn}$ ) detectado, la laguna de Carrallogroño fue la que presentó un mayor grado de contaminación (polisapróbica), seguida por Beriaín y El Recuenco (mesosapróbicas) y en último término Las Cañas, La Grajera y Sojuela (oligosapróbicas).

## Plancton

El carácter hipersalino de Carrallogroño explica la diferencia en la composición del plancton de esta laguna respecto del resto de los medios acuáticos estudiados, en el sentido de que dicho carácter induce en ella una drástica reducción de su diversidad biológica. En los muestreos efectuados no encontramos ningún organismo representativo del fitoplancton y en el zooplancton, únicamente registramos poblaciones del copépodo harpacticóide *Cletocamptus retrogressus* Schmankevitch, 1875, típico en aguas de marismas y del interior con elevadas concentraciones salinas,

y del rotífero *Lecane llandelata* (Daday, 1893), encontrado en el muestreo de primavera ( $0,6 \text{ ind. l}^{-1}$ ) y citado en España únicamente en las marismas de Huelva (RIDDER 1962) y en el Delta del Ebro (FORÉS *et al.* 1986). *Cephalodella* cf. *catellina* (O.F. Müller, 1786) fue encontrada esporádicamente en el muestreo de invierno.

En las tablas y figuras que aparecen en este apartado no se incluirá la laguna de Carrallogroño, por la escasa presencia de especies encontrada en ella.

## Fitoplancton

En la tabla 3 se incluyen los 90 taxa de algas planctónicas encontrados en La Rioja, de los que 50 aparecieron siempre de manera esporádica. Clorofíceas fue el grupo claramente dominante, excepto en El Recuenco y Sojuela, donde lo hicieron las diatomeas.

Beriaín fue el medio con mayor densidad media anual de fitoplancton ( $87876 \text{ ind. mL}^{-1}$ ), correspondiendo a las clorofíceas *Monoraphidium minutum* y *Chlorella* sp. el mayor peso numérico dentro de la comunidad. El extremo opuesto lo representa Las Cañas, con una densidad media

TABLA 2  
VALORES MEDIOS  $\pm 1$  DE LOS PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS.  
[AVERAGE VALUES  $\pm 1$  SD OF PHYSICO-CHEMICAL PARAMETERS.]

	Carrallogroño	Beriaín	El Recuenco	Las Cañas	La Grajera	Sojuela
Conductividad ( $\text{mS} \cdot \text{cm}^{-1}$ )	87,6 $\pm$ 123,4	4,0 $\pm$ 0,6	2,0 $\pm$ 0,6	1,2 $\pm$ 0,3	0,5 $\pm$ 0,1	0,24
pH	9,4 $\pm$ 1,1	8,5 $\pm$ 0,3	8,5 $\pm$ 0,2	8,5 $\pm$ 0,6	8,5 $\pm$ 0,5	8,4
Temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ )	17,9 $\pm$ 11,7	15,5 $\pm$ 3,1	15,4 $\pm$ 3,8	15,5 $\pm$ 4,0	15,8 $\pm$ 3,1	20,1
Cloruros ( $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ )	15224 $\pm$ 18787	964,5 $\pm$ 194,2	400,0 $\pm$ 147,0	74,2 $\pm$ 9,5	28,8 $\pm$ 4,8	6,3
Sulfatos ( $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ )	20074 $\pm$ 26186	520 $\pm$ 34,7	293,0 $\pm$ 100,9	205,0 $\pm$ 9,3	88,0 $\pm$ 43,7	29,0
Bicarbonatos ( $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ )	162,3 $\pm$ 249,1	159,5 $\pm$ 57,3	146,0 $\pm$ 63,9	322,0 $\pm$ 21,1	125,3 $\pm$ 4,3	92,4
Carbonatos ( $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ )	24,0 $\pm$ 21,6	5,3 $\pm$ 1,5	2,3 $\pm$ 1,5	6,1 $\pm$ 2,5	1,5 $\pm$ 2,9	0,0
Sílice ( $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ )	2,0 $\pm$ 1,1	11,1 $\pm$ 4,1	8,5 $\pm$ 6,7	5,9 $\pm$ 3,2	5,4 $\pm$ 6,5	1,9
Calcio ( $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ )	392,0 $\pm$ 147,2	152,5 $\pm$ 11,4	100,5 $\pm$ 8,4	86,4 $\pm$ 3,5	52,8 $\pm$ 4,6	24,0
Magnesio ( $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ )	2128,3 $\pm$ 2777,5	73,9 $\pm$ 7,1	34,4 $\pm$ 6,7	51,0 $\pm$ 5,3	10,7 $\pm$ 2,7	8,7
Sodio ( $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ )	13433,3 $\pm$ 16519,8	603,8 $\pm$ 125,3	275,0 $\pm$ 85,0	76,5 $\pm$ 5,0	22,7 $\pm$ 6,9	3,0
Potasio ( $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ )	124,3 $\pm$ 168,2	26,1 $\pm$ 23,9	9,6 $\pm$ 7,7	6,7 $\pm$ 3,9	6,2 $\pm$ 4,2	0,3
Dureza Temporal ( $^{\circ}\text{F}$ )	13,3 $\pm$ 20,4	13,1 $\pm$ 4,6	12,1 $\pm$ 5,4	26,4 $\pm$ 1,7	10,3 $\pm$ 0,3	7,6
D.Q.O. ( $\text{MnO}_4$ , $\text{mg O}_2 \cdot \text{L}^{-1}$ )	57,4 $\pm$ 71,0	12,5 $\pm$ 2,0	14,5 $\pm$ 9,8	7,5 $\pm$ 0,8	5,4 $\pm$ 1,3	1,8
Amonio ( $\text{mg N} \cdot \text{L}^{-1}$ )	5,26 $\pm$ 8,45	0,37 $\pm$ 0,17	0,62 $\pm$ 0,49	0,39 $\pm$ 0,26	0,19 $\pm$ 0,17	<0,008
Nitratos ( $\text{mg N} \cdot \text{L}^{-1}$ )	0,648 $\pm$ 0,928	0,048 $\pm$ 0,042	0,160 $\pm$ 0,07	0,391 $\pm$ 0,261	0,441 $\pm$ 0,351	0,113
Fósforo total ( $\text{mg P} \cdot \text{L}^{-1}$ )	0,303 $\pm$ 0,289	0,156 $\pm$ 0,07	0,104 $\pm$ 0,069	0,032 $\pm$ 0,036	0,077 $\pm$ 0,049	0,003
Clorofila «a» ( $\mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ )	38,0 $\pm$ 33,9	52,1 $\pm$ 20,1	42,8 $\pm$ 33,5	13,6 $\pm$ 5,4	50,1 $\pm$ 23,2	—

TABLA 3  
 DENSIDAD MEDIA ANUAL DEL FITOPLANCTON (IND.mL<sup>-1</sup>); ENTRE PARÉNTESIS LA DESVIACIÓN ESTÁNDAR. + = ESPECIES ESPORÁDICAS (<1 IND.mL<sup>-1</sup>). EN NEGRITA LAS DENSIDADES MEDIAS ANUALES DE LOS PRINCIPALES GRUPOS DE ALGAS EN CADA MEDIO ACUÁTICO. EN «ESPECIES SIEMPRE ESPORÁDICAS»: (1) BERIÁIN; (2) EL RECUENCO; (3) LAS CAÑAS; (4) LA GRAJERA; (5) SOJUELA.  
 [ANNUAL AVERAGE DENSITY OF PHYTOPLANKTON SPECIES (IND.mL<sup>-1</sup>); STANDARD DEVIATION IN BRACKETS. + = SPORADIC SPECIES (<1 IND.mL<sup>-1</sup>). IN BOLDFACE ANNUAL AVERAGE DENSITY OF THE MAIN ALGAL GROUPS IN THE WATER BODIES STUDIED. UNDER THE COLUMN «SPORADIC SPECIES»: (1) BERIÁIN; (2) EL RECUENCO; (3) LAS CAÑAS; (4) LA GRAJERA; (5) SOJUELA.]

Fitoplancton de La Rioja	Densidad (ind.mL <sup>-1</sup> )				
	Berriáin	El Recuenco	Las Cañas	La Grajera	Sojuela
Cianophyceae	-	-	-	7	-
<i>Snowella</i> sp.	-	-	-	7 (14)	-
Chlorophyceae	87840	714	3682	8752	-
<i>Actinastrum hantzschii</i> Lagerh. 1882	-	473,5 (947)	-	-	-
<i>Coelastrum astroideum</i> De-Not. 1867	-	-	-	10,5 (21)	+
<i>Coelastrum astroideum</i> (células sueltas)	-	-	-	2604,5 (5209)	-
<i>Chlorella</i> sp.	21310 (42620)	-	3196,5 (6393)	+	-
<i>Closteropsis acicularis</i> (G.M. Smith)	-	+	-	7,8 (15,5)	-
Belcher et Swale 1962	-	-	+	17,5 (35)	-
<i>Crucigenia quadrata</i> Morr. 1830	+	-	+	-	-
<i>Crucigenia tetrapedia</i> (Kirchn.) W. et G.S. West 1902	142 (248)	-	142 (248)	37,3 (50,1)	-
<i>Crucigeniella rectangularis</i> (Näg.) Kom. 1974	-	-	-	765 (1530)	+
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i> Wood 1872	-	-	236 (472)	+	-
<i>Korsbikovella gracillipes</i> (Lambert) Silva 1959	-	162,5 (197,4)	-	+	-
<i>Monoraphidium arcuatum</i> (Korš.) Hindák 1970	+	35,5 (71)	+	-	-
<i>Monoraphidium contortum</i> (Thur.) Kom. - Legn. 1969	2220 (4440)	+	+	+	-
<i>Monoraphidium minutum</i> (Näg.) Kom. - Legn. 1969	63931 (127862)	-	+	-	-
<i>Oocystis</i> sp.	237 (474)	+	+	767 (1535)	-
<i>Phacotus lenticularis</i> (Ehrenb.) Stein 1878	+	42,5 (85)	73,8 (147,5)	53,2 (106,5)	-
<i>Scenedesmus acutus</i> Meyen 1829	-	+	-	177,5 (355)	-
<i>Scenedesmus ecoris</i> (Ehrenb.) Chod. 1926	-	-	+	7,5 (15)	-
<i>Scenedesmus opoliensis</i> P. Richt. 1896	+	+	+	42,5 (85)	-
<i>Tetradron minimum</i> (A. Br.) Hansg. 1888	-	-	-	4262 (8524)	+
<i>Tetradron triangulare</i> Korš. 1953	-	-	33,2 (66,5)	-	-
Cryptophyceae	17	-	142	-	-
<i>Cryptomonas erosa</i> Ehrenb. 1838	6 (12)	-	-	-	-
<i>Cryptomonas reflexa</i> Skuja 1948	11 (22)	-	-	-	-
<i>Rhodomonas minuta</i> Skuja 1948	-	-	142 (248)	-	-
Bacillariophyceae	3,5	4733	8,5	969	85
<i>Aulacoseira distans</i> (Ehrenb.) Simonsen 1979	-	-	-	6,5 (13)	-
<i>Cyclotella distinguenda</i> Hustedt 1927	-	-	-	920 (1840)	-
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kütz. 1844	3,5 (7)	3154 (6308)	+	-	-
<i>Cyclotella</i> cf. <i>ocellata</i> Pantocsek 1901	-	-	-	42,5 (85)	85
<i>Nitzschia closterium</i> (Ehrenb.) W. Smith 1853	-	-	8,5 (17)	-	-
<i>Stephanodiscus</i> cf. <i>bantzschii</i> Grunow 1860	-	1579 (3158)	-	-	-



TABLA 3 (continuación)

DENSIDAD MEDIA ANUAL DEL FITOPLANCTON (IND.mL<sup>-1</sup>); ENTRE PARÉNTESIS LA DESVIACIÓN ESTÁNDAR. + = ESPECIES ESPORÁDICAS (<1 IND.mL<sup>-1</sup>). EN NEGRITA LAS DENSIDADES MEDIAS ANUALES DE LOS PRINCIPALES GRUPOS DE ALGAS EN CADA MEDIO ACUÁTICO. EN «ESPECIES SIEMPRE ESPORÁDICAS»: (1) BERIAÍN; (2) EL RECUENCO; (3) LAS CAÑAS; (4) LA GRAJERA; (5) SOJUELA. [ANNUAL AVERAGE DENSITY OF PHYTOPLANKTON SPECIES (IND.mL<sup>-1</sup>); STANDARD DEVIATION IN BRACKETS. + = SPORADIC SPECIES (<1 IND.mL<sup>-1</sup>). IN BOLDFACE ANNUAL AVERAGE DENSITY OF THE MAIN ALGAL GROUPS IN THE WATER BODIES STUDIED. UNDER THE COLUMN «SPORADIC SPECIES»: (1) BERIAÍN; (2) EL RECUENCO; (3) LAS CAÑAS; (4) LA GRAJERA; (5) SOJUELA.]

Fitoplancton de La Rioja	Densidad (ind.mL <sup>-1</sup> )				
	Beriaín	El Recuenco	Las Cañas	La Grajera	Sojuela
<b>Dinophyceae</b>	3,8	-	-	-	9
<i>Ceratium hirundinella</i> (O.F. Müller)	-	-	+	-	9
Dujardin 1841	-	-	+	-	9
<i>Katodinium</i> sp.	3,8 (7,6)	-	-	-	-
<b>Euglenophyceae</b>	11,3	26	31,3	-	-
<i>Euglena acus</i> Ehrenb. 1830	-	-	1 (2)	-	-
<i>Euglena</i> cf. <i>deses</i> Ehrenb. 1833	3,5 (7)	-	-	-	-
<i>Euglena</i> cf. <i>oxyuris</i> Schmarida 1846	1 (2)	-	3,8 (4,6)	+	-
<i>Euglena</i> sp.	5,3 (10,6)	-	26,5 (53)	-	-
<i>Euglena</i> sp. 2	-	26 (52)	-	-	-
<i>Phacus pyrum</i> (Ehrenb.) Stein 1878	1,5 (3)	+	-	-	-
<b>Zygophyceae</b>	-	-	4,5	1,5	6
<i>Closterium gracile</i> Bréb. ex Ralfs 1848	-	-	4,5 (9)	-	-
<i>Cosmarium</i> cf. <i>depressum</i> (Näg.)	-	-	-	-	-
Lundell 1871	-	-	+	-	6
<i>Cosmarium punctulatum</i> Bréb. 1856	-	-	-	1,5 (3)	-
<p><b>Especies siempre esporádicas.</b> <b>Cianophyceae:</b> <i>Anabaenopsis</i> sp. (2); <i>Coelosphaerium</i> sp. (3); <i>Merismopedia tennissima</i> Lemm. 1898 (3,4); <i>Merismopedia punctata</i> Meyen 1839 (4); <i>Pseudoanabaena</i> sp. (3); <i>Snowella atomus</i> Kom. et Hindák 1988 (1,3,4); <i>Synechococcus leopoliensis</i> (Racib.) Kom. 1970 (3,4); <i>Woronichia naegelianae</i> (Unger) Elenk. 1933 (4); <b>Chlorophyceae:</b> <i>Coelastrum reticulatum</i> (Dang.) Senn 1899 (4); <i>Chlamydomonas</i> sp. (1); <i>Dictyosphaerium</i> sp. (2); <i>Didymocystis bicellularis</i> (Chod.) Kom. 1973 (3); <i>Elakatothrix gelatinosa</i> Wille 1902 (3,4); <i>Lagerheimia genevensis</i> (Chod.) Chod. 1895 (2,3); <i>Monoraphidium griffithii</i> (Berk.) Kom.-Legn. 1969 (3,4); <i>Monoraphidium mirabile</i> (W. et G.S. West) Pankow 1976 (3); <i>Monoraphidium</i> sp. (2); <i>Pandorina morum</i> (O.F. Müller) Bory 1824 (1,5); <i>Pediastrum boryanum</i> (Turp.) Menegh. 1840 (2,3,4); <i>Pediastrum duplex</i> Meyen 1829 (2,4); <i>Pediastrum simplex</i> Meyen 1829 (3); <i>Pediastrum tetras</i> (Ehrenb.) Ralfs 1844 (4); <i>Scenedesmus acuminatus</i> (Lagerh.) Chod. 1902 (3,4); <i>Scenedesmus altemanus</i> Reinsch 1865 (4); <i>Scenedesmus bernardii</i> G.M. Smith 1816 (2); <i>Scenedesmus disciformis</i> (Chod.) Fort et Kom. 1960 (3); <i>Scenedesmus granulatus</i> W. et G.S. West 1897 (3,4); <i>Scenedesmus gutwinski</i> Chod. 1926 (4); <i>Scenedesmus obtusus</i> Meyen 1829 (4); <i>Scenedesmus</i> cf. <i>protuberans</i> Fritsch 1927 (3); <i>Scenedesmus spinosus</i> Chodat 1913 (1,2,3,4); <i>Tetraedrom caudatum</i> (Corda) Hansg. 1882 (3); <i>Tetraedrom staurogeniaeforme</i> (Schröd.) Lemm. 1990 (4); <b>Cryptophyceae:</b> <i>Cryptomonas phaseolus</i> Skuja 1948 (4); <i>Cryptomonas marssonii</i> Skuja 1948 (3); <i>Cryptomonas</i> sp. (4); <i>Chroomonas</i> sp. (2); <b>Bacillariophyceae:</b> <i>Cyclotella ocellata</i> Pantocsek 1901 (3); <i>Nitzschia acicularis</i> (Kütz.) W. Smith 1853 (1,2,3); <i>Nitzschia gracilis</i> Hantzsch 1860 (2); <i>Nitzschia palea</i> (Kütz.) W. Smith 1856 (2); <b>Dinophyceae:</b> <i>Gymnodinium</i> sp. (1); <i>Peridinium</i> sp. (3); <b>Euglenophyceae:</b> <i>Euglena</i> cf. <i>tuberculata</i> Drzepolski 1925 (1,3); <i>Euglena</i> sp. 1 (1); <i>Lepocinclis ovum</i> (Ehrenb.) Minkewicz 1898 (1); <i>Phacus acuminatus</i> Stokes 1881 (1); <i>Phacus</i> sp. (3); <i>Trachelomonas volvocinopsis</i> Swirenko 1914 (5); <i>Trachelomonas</i> sp. (4).</p>					

anual de 3868 ind.mL<sup>-1</sup> y Sojuela con 100 ind.mL<sup>-1</sup> en el único muestreo realizado.

Clorofíceas y diatomeas son los únicos grupos con presencia cuantitativa en todos los medios (excepto Sojuela), mientras que cianofíceas y dinoflagelados sólo están presentes en La Grajera y Beriaín respectivamente (figura 2).

Las especies de algas encontradas indican, en general, que se trata de ambientes eutróficos,

someros y con elevada conductividad. También fue frecuente encontrar determinados tipos de algas indicadoras de lagunas con elevada turbidez como las clorofíceas *Monoraphidium minutum*, *Scenedesmus* spp. y *Chlorella* sp. y las diatomeas del género *Stephanodiscus*. En el caso de El Recuenco, tiene lugar también la coincidencia observada en otros medios acuáticos con elevada turbidez de origen mineral, donde se da un predominio de las poblaciones de diatomeas (MARGALEF 1983).

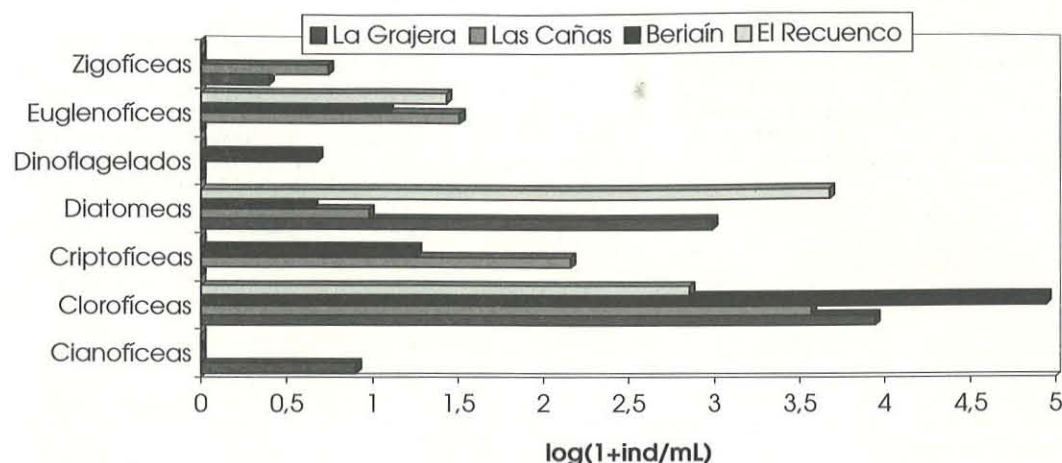


Fig. 2. Densidad media anual [ $\log_{10}(1 + \text{ind. mL}^{-1})$ ] (de los principales grupos de algas fitoplanctónicas en los medios acuáticos muestreados en La Rioja. [Annual average density [ $\log_{10}(1 + \text{ind. mL}^{-1})$ ] of the main phytoplanktonic algal groups in the water bodies studied in La Rioja (Spain).]

La balsa de Sojuela fue el ambiente más genuinamente planctónico de los estudiados, con algas de mayor tamaño, menos fitoplancton e incluso restos de crisofíceas del género *Dinobryon*.

Dada la escasez de estudios sobre el fitoplancton en La Rioja y en Navarra, prácticamente todas las especies citadas pueden considerarse como nuevas citas para la zona. GONZÁLEZ GUERRERO (1926), en su estudio sobre la sierra de Cameros, sólo mencionó algunas especies de carácter planctónico, buena parte de las cuales también han sido observadas por nosotros (*Pandorina morum*, *Tetradon minimum* y *Merismopedia punctata*). De todos modos, la práctica totalidad de las especies encontradas son bastante comunes en medios análogos de la Península Ibérica.

### Rotíferos

Se identificaron en total 45 taxa. *P. vulgaris* fue la única especie común a todos los medios estudiados (excepto Carralagroño), seguida de *B. urceolaris* y *P. sulcata* (cuatro medios) y *N. acuminata* y *B. angularis* (3 medios).

La densidad media anual de rotíferos en los distintos medios varió entre 0,20 ind  $\text{L}^{-1}$  (Carralagroño) y 36,45 ind  $\text{L}^{-1}$  (Las Cañas). Consideran-

do todos los medios (excluyendo Carralagroño y Sojuela), la densidad media obtenida del conjunto (22,3 ind  $\text{L}^{-1}$ ) se sitúa entre los valores 16,3 y 49 ind  $\text{L}^{-1}$  obtenidos por DE MANUEL & JAUME (1993) en 14 embalses de la cuenca del Ebro en periodos de mezcla y estratificación respectivamente. En el estudio comparado de las especies más comunes encontradas en ambos estudios, únicamente *Polyarthra vulgaris* fue coincidente.

En la tabla 4 figuran los taxa identificados de los que 16 aparecieron de manera esporádica (densidades nunca superiores a 0,1 ind  $\text{L}^{-1}$ ). El embalse de Las Cañas, es el medio donde se alcanzó la mayor densidad media relativa de rotíferos, considerando todos los muestreos y medios estudiados, representando el 41% del total (figura 3). En la balsa de Sojuela la densidad de población en el único muestreo efectuado fue de 32 ind  $\text{L}^{-1}$ .

Los rotíferos dominantes, aquellos que en algún momento y en alguno de los medios estudiados representaban el 25% o más de la densidad total de población, fueron: *Polyarthra vulgaris*, *P. dolichoptera* L. *lamellata*, *B. angularis*, *B. urceolaris*, *B. leydigi*, *Collotheca* sp., *T. patina*, *P. sulcata* y *A. priodonta* (tabla 5). Dos de estas especies, *B.*



TABLA 4

DENSIDAD MEDIA ANUAL DE LOS ROTÍFEROS PRINCIPALES ( $>0,1$  ind.L<sup>-1</sup>); ENTRE PARÉNTESIS LA DESVIACIÓN ESTÁNDAR. EN NEGRITA LAS DENSIDADES MEDIAS ANUALES DE LOS ROTÍFEROS EN CADA MEDIO ACUÁTICO. \* SIGNIFICA ESPECIE NO CITADA EN ESPAÑA. [ANNUAL AVERAGE DENSITY OF THE MAIN ROTIFERS TAXA ( $>0,1$  ind.L<sup>-1</sup>); STANDARD DEVIATION IN BRACKETS. IN BOLDFACE ANNUAL AVERAGE DENSITY OF ROTIFERS IN THE WATER BODIES STUDIED. \* = FIRST RECORD FOR SPAIN.]

Rotíferos de La Rioja	Densidad (ind.mL <sup>-1</sup> )				
	Berrián	El Recuenco	Las Cañas	La Grajera	Sojuela
<i>Asplanchna priodonta</i> Gosse 1850	-	-	0,52 (0,7)	0,15 (0,2)	0,1
<i>Bdelloidea</i>	0,92 (1,5)	-	-	0,35 (0,4)	-
<i>Brachionus angularis</i> Gosse 1851	2,03 (3,5)	20,22 (26,8)	2,68 (5,4)	-	-
<i>Brachionus leydigi leydigi</i> Cohn 1862	-	0,10 (0,2)	-	-	-
<i>Brachionus leydigi</i> f. <i>tridentatus</i> (Sernov, 1901) *	-	0,48 (0,6)	-	-	-
<i>Brachionus quadridentatus</i> f. <i>brevispinus</i> (Ehrenberg, 1832)	0,25 (0,4)	-	-	0,15 (0,3)	-
<i>Brachionus quadridentatus</i> var. <i>cluniorbicularis</i> (Skorikov, 1894)	1,08 (2,2)	-	-	-	-
<i>Brachionus quadridentatus</i> f. <i>rbenanus</i> (Lauterborn, 1893)	0,40 (0,8)	-	-	-	-
<i>Brachionus urceolaris</i> (O.F. Müller, 1773)	2,95 (2,8)	0,30 (0,4)	-	2,80 (3,3)	0,3
<i>Cephalodella gibba</i> (Ehrenberg, 1832)	-	-	0,30 (0,6)	-	-
<i>Cephalodella</i> cf. <i>gibba</i> (Ehrenberg, 1832)	-	-	-	0,08 (0,2)	-
<i>Colurella colurus</i> (Ehrenberg, 1830)	-	-	0,05 (0,1)	-	-
<i>Collotheca</i> sp.	-	-	-	4,68 (9,4)	-
<i>Hexarthra mira</i> (Hudson, 1871)	-	-	-	0,25 (0,5)	-
<i>Keratella cochlearis</i> (Gosse, 1851)	-	-	0,68 (0,7)	0,02 (0,1)	-
<i>Keratella cochlearis</i> var. <i>hispida</i> Lauterborn 1900 *	-	-	0,05 (0,0)	-	12,6
<i>Keratella cochlearis</i> var. <i>irregularis</i> Lauterborn 1900	-	-	-	-	19,0
<i>Keratella cochlearis</i> var. <i>tecta</i> (Lauterborn, 1900)	-	-	-	0,02 (0,1)	-
<i>Lecane closterocerca</i> (Schmarda, 1859)	-	-	0,05 (0,1)	0,05 (0,1)	-
<i>Lecane furcata</i> (Murray, 1913)	-	-	-	0,02 (0,1)	-
<i>Lecane luna</i> (O.F. Müller, 1776)	-	-	-	0,04 (0,1)	-
<i>Lecane lunaris</i> (Ehrenberg, 1832)	-	-	0,05 (0,1)	-	-
<i>Lepadella patella</i> (O.F. Müller, 1786)	0,10 (0,2)	-	-	-	-
<i>Notholca acuminata</i> (Ehrenberg, 1832)	0,10 (0,2)	0,05 (0,1)	0,05 (0,1)	-	-
<i>Notholca squamula</i> (O.F. Müller, 1786)	-	-	0,08 (0,2)	-	-
<i>Platyias quadricornis</i> (Ehrenberg, 1832)	-	-	-	0,10 (0,1)	-
<i>Polyarthra dolichoptera</i> Idelson 1925	-	-	4,65 (9,3)	2,10 (3,8)	-
<i>Polyarthra vulgaris</i> Carlin 1943	7,72 (15,3)	0,05 (0,1)	26,55 (52,3)	0,25 (0,4)	-
<i>Pompholyx sulcata</i> (Hudson, 1885)	0,06 (0,1)	-	0,45 (0,8)	3,80 (7,5)	-
<i>Testudinella mucronata</i> (Gosse, 1886)	-	-	0,05 (0,1)	0,08 (0,2)	-
<i>Testudinella parva</i> (Ternetz, 1892)	-	-	0,25 (0,5)	-	-
<i>Testudinella patina</i> (Hermann, 1783)	0,80 (0,8)	0,10 (0,2)	-	0,03 (0,1)	-
<b>Densidad media anual (ind.L<sup>-1</sup>)</b>	<b>16,42</b>	<b>21,30</b>	<b>36,45</b>	<b>14,96</b>	

Rotíferos esporádicos ( $<0,1$  ind.L<sup>-1</sup>): **Berrián**: *Keratella quadrata* (O.F. Müller, 1786); **Las Cañas**: *Anuraeopsis fissa* (Gosse, 1851), *Cephalodella* sp., *Colurella uncinata* f. *deflexa* (Ehrenberg, 1834), *Euchlanis alata* Voronkov 1912 \*, *Keratella cochlearis* var. *irregularis* Lauterborn 1900, *Lecane stenroosi* (Meissner, 1908), *Lepadella patella* f. *oblonga* (Ehrenberg, 1832), *Trichocerca similis* (Wierzejski, 1893), *Synchaeta* sp.; **La Grajera**: *Brachionus urceolaris* var. *rubens* (Ehrenberg, 1838), *Trichotria pocillum* (O.F. Müller, 1776), *Synchaeta* cf. *tremula* (O.F. Müller, 1786); **Sojuela**: *Synchaeta* gr. *stylata-pectinata*, *Pompholyx sulcata* (Hudson, 1885), *Polyarthra vulgaris* Carlin 1943, *Testudinella parva* (Ternetz, 1892), *Trichocerca similis* (Wierzejski, 1893).

*angularis* y *P. sulcata*, presentes al menos una de ellas en todos los medios estudiados, son buenas indicadoras de aguas altamente eutróficas según BERZINS & PEJLER (1989), así como también de condiciones  $\beta$ - $\alpha$ -mesosapróbicas y  $\beta$ -mesosapróbicas respectivamente (SLADECEK, 1973). En

la balsa de Sojuela, el rotífero *Keratella cochlearis* var. *irregularis* es así mismo un buen indicador de aguas eutróficas.

Respecto a la salinidad, observamos una segregación de especies desde la laguna de Carralagroño, el medio más salino donde domina abso-

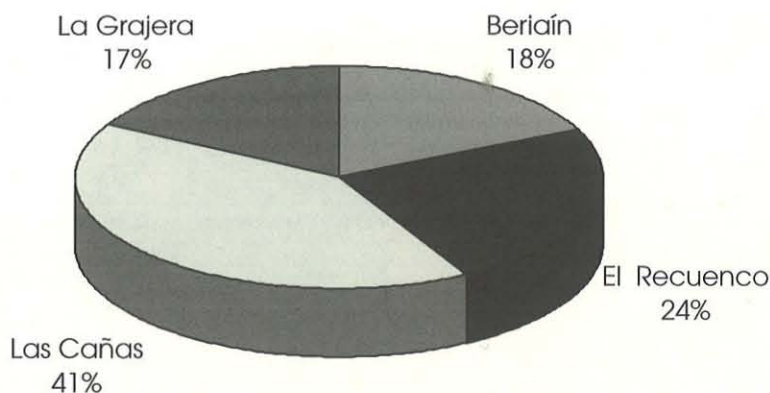


Fig. 3. Densidad media anual relativa (%) de los rotíferos en los medios acuáticos muestreados en La Rioja. [Relative annual average density (%) of rotifers in the water bodies studied in La Rioja (Spain).]

lutamente *Lecane llamelata*, hasta los medios menos salinos, embalses de La Grajera y Las Cañas y balsa de Sojuela, donde hay algunas especies que sólo encontramos aquí: *Asplanchna priodonta*, *Collotheca* sp, *Pompholyx sulcata* y *Pol-yarthra dolichoptera*, y entre ambos extremos, en los medios subsalinos, dominan las especies del género *Brachionus*.

Los valores medios del índice de diversidad (SHANNON & WEAVER 1963) fueron bajos en

general, como corresponde a medios altamente eutróficos, variando apreciablemente entre 0,60 bits.ind<sup>-1</sup> (El Recuenco) y 1,67 bits.ind<sup>-1</sup> (Beriaín) (fig. 4). Las curvas de variación estacional (fig. 5) muestran la tendencia del índice a alcanzar valores mínimos en invierno y máximos en primavera-verano, con la excepción de Beriaín. En la balsa de Sojuela el índice de diversidad en el único muestreo realizado (verano) sólo alcanzó el valor de 0,70 bits.ind<sup>-1</sup>

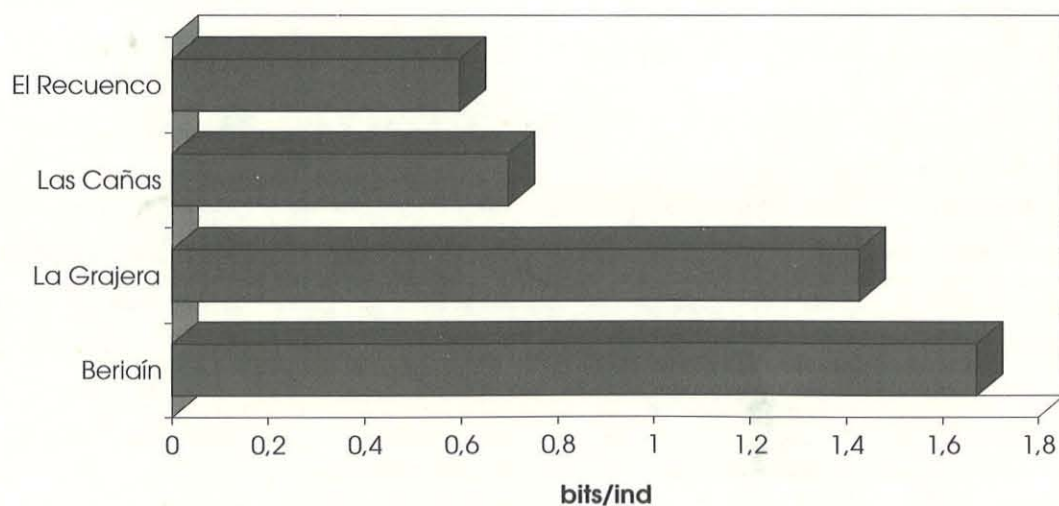


Fig. 4. Variación de la diversidad media anual (bits.ind<sup>-1</sup>) de los rotíferos en los medios acuáticos muestreados en La Rioja. [Variation of the annual average diversity of rotifers (bits.ind<sup>-1</sup>) in the water bodies studied in La Rioja (Spain).]



TABLA 5  
VARIACIÓN ESTACIONAL DE LOS ROTÍFEROS DOMINANTES (>25% RESPECTO DEL TOTAL DE ROTÍFEROS EN CADA MEDIO ACUÁTICO). [SEASONAL VARIATION OF DOMINANT ROTIFERS (>25% OUT OF THE TOTAL IN THE WATER BODIES STUDIED).]

	Rotíferos dominantes %	Carralagroño	Berriáin	El Recuenco	Las Cañas	Sojuela
Verano 1996	<i>Brachionus angularis</i>		52,4	92,2	80,4	
	<i>Brachionus urceolaris</i>		41,2			
	<i>Collotheca</i> sp.					44,7
	<i>Pompholyx sulcata</i>					35,8
Otoño	<i>Asplanchna priodonta</i>					29,4
	<i>Branchionus angularis</i>			94,7		
	<i>Branchionus urceolaris</i>		43,8			
	<i>Polyarthra vulgaris</i>				66,7	47,1
	<i>Pompholyx sulcata</i>				33,3	
	<i>Testudinella patina</i>		25,0			
Invierno	<i>Brachionus angularis</i>			98,0		
	<i>Brachionus urceolaris</i>					80,6
	<i>Polyarthra dolichoptera</i>				96,9	
	<i>Testudinella patina</i>		40,0			
Primavera 1997	<i>Brachionus leydigii</i>			76,5		
	<i>Lecane lamellata</i>	100				
	<i>Polyarthra dolichoptera</i>					77,2
	<i>Polyarthra vulgaris</i>		63,4		92,9	

En la tabla 6 se recogen los valores medios del número de especies de rotíferos planctónicos encontrados, la dominancia media y su valor medio teórico, calculado entre los extremos mínimo y máximo que puede alcanzar dicha dominancia en función del número  $n$  de espe-

cies encontrado, aplicando las fórmulas  $100/n + 1$  y  $101-n$  respectivamente. La dominancia, relacionada inversamente con la diversidad, se define como la relación porcentual de la especie de densidad de población máxima respecto a la densidad total en un medio dado.

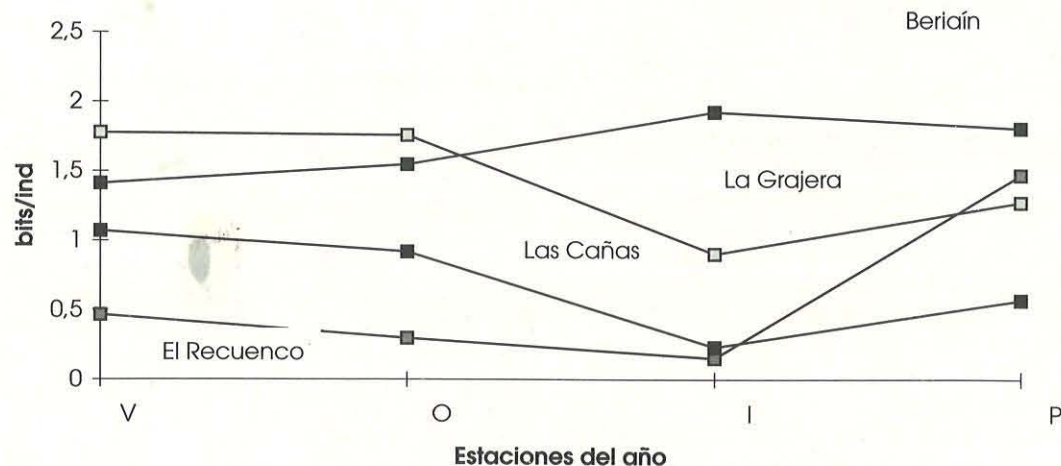


Fig. 5. Variación estacional de la diversidad (bits.ind<sup>-1</sup>) de los rotíferos en los medios acuáticos muestreados en La Rioja. [Seasonal variation of rotifers diversity (bits.ind<sup>-1</sup>) in the water bodies studied in La Rioja (Spain).]

TABLA 6  
 VALORES MEDIOS  $\pm 1$  DE DEL NÚMERO DE ESPECIES Y DOMINANCIA DE ROTÍFEROS PLANCTÓNICOS EN CADA MEDIO ACUÁTICO. ENTRE PARÉNTESIS, VALORES MEDIOS ENTRE DOMINANCIA MÁXIMA Y MÍNIMA POSIBLE. [MEAN VALUES  $\pm 1$  SE TO THE NUMBERS OF SPECIES AND DOMINANCE OF PLANKTONIC ROTIFERS IN THE WATER BODIES STUDIED. IN BRACKETS, AVERAGE VALUES BETWEEN MAXIMUM AND MINIMUM POSSIBLE DOMINANCE.]

	N.º de muestras	N.º de especies	Dominancia (%)
Carrallogroño	1	1	
El Recuenco	4	2,2 $\pm$ 0,5	84,5 $\pm$ 21,2 (72,8)
Las Cañas	4	4,8 $\pm$ 4,2	84,2 $\pm$ 13,6 (64,4)
La Grajera	4	5,5 $\pm$ 3,9	66,2 $\pm$ 23,6 (61,3)
Beriaín	4	4 $\pm$ 1,6	56,1 $\pm$ 12,4 (63,6)

El hecho de encontrar valores medios de dominancia llamativamente altos en El Recuenco y Las Cañas, respecto de los valores medios teóricamente calculados, sugiere la posibilidad de que dichas lagunas estén sometidas a alguna forma de estrés ambiental (GREEN 1993). En la laguna de El Recuenco, el estrés puede estar provocado por la elevada turbidez, debida principalmente a materiales arcillosos en suspensión observada en todos los muestreos efectuados, y también puede contribuir la contaminación detectada a partir de los valores de la DQO, indicativos del carácter mesosapróbico de este medio (MARGALEF 1983). En el caso de Las Cañas, encontramos también una dominancia anormalmente alta para el número medio de especies encontrado, pero la explicación de los factores que pueden inducir el estrés ambiental no se detectan claramente, al menos entre los parámetros físico-químicos analizados por nosotros.

El número medio de especies de rotíferos (4,12) encontrado en los medios acuáticos muestreados (excluidos Carrallogroño y Sojuela) resultó, comparativamente, bastante menor que los valores encontrados por DE MANUEL & JAUME (1993) de 12,5 y 10,2 especies de rotíferos por embalse en los periodos de estratificación y mezcla respectivamente. La explicación puede ser debida al carácter altamente eutrófico de nuestros medios respecto al de los embalses, donde los valores de clorofila «a» son inferiores a 15  $\mu\text{g.L}^{-1}$  en comparación a los 39  $\mu\text{g.L}^{-1}$  de media encontrado por nosotros.

Las especies *Brachionus leydigi* f. *tridentatus*, *Keratella cochlearis* var. *hispida* y *Euchlanis alata* son nuevas citas para España (VELASCO 1990).

### Macrozoobentos

Como resultado de los muestreos de primavera e invierno en las lagunas muestreadas se han logrado identificar 56 taxones de tres diferentes filum (tabla 7). De los grupos identificados son los Dípteros, y en particular los quironómidos, los mejor representados. El número de taxones se distribuyó en los diferentes medios acuáticos de la siguiente manera:

Laguna de Carrallogroño	7
Embalse de la Grajera	19
Embalse de las Cañas	26
Embalse del Recuenco	12
Balsa de Beriaín	23

Estos resultados se asemejan a los obtenidos por PRAT (1979) para la fauna litoral de los embalses por él estudiados. Aunque sería de esperar una mayor riqueza específica y complejidad en la laguna de Carrallogroño que en los embalses y en la balsa de Beriaín, la salinidad que presenta la laguna, y la existencia de vegetación litoral y estabilidad del nivel del agua en el resto de los medios estudiados, explicarían que dicha complejidad se mantenga en niveles más bajos en la citada laguna.

Los embalses de La Grajera y de Las Cañas presentan especies de quironómidos características de medios menos eutróficos (*Parakiefferiella bat-*



MACROINVERTEBRADOS RECOLECTADOS EN INVIERNO Y PRIMAVERA.  
[MACROINVERTEBRATE FAUNA RECORDED DURING WINTER AND SPRING.]

Macrozoobentos de la Rioja	Carralagroño		La Grajera		Las Cañas		El Recuenco		Berriain	
	invierno	primav.	invierno	primav.	invierno	primav.	invierno	primav.	invierno	primav.
<b>CNIDARIA</b>										*
<i>Hydra</i> sp.										
<b>MOLLUSCA</b>										
<i>Physa acuta</i> Draparnaud, 1805							*	*	*	*
<i>Planorbis</i> sp.										*
<b>ARTHROPODA</b>										
<b>INSECTA</b>										
<b>Odonata</b>										
<i>Enallagma cyathigerum</i> (Charpentier, 1840)			*							*
<i>Coenonympha mercurialis</i> (Charpentier, 1840)			*							
<i>Lestes viridis</i> (v. d. Linden, 1825)					*					
<i>Aeschna affinis</i> v. d. Linden, 1820							*			
<b>Trichoptera</b>										
<i>Limnephilus affinis</i> Curtis, 1834	*									
<b>Ephemeroptera</b>										
<i>Caenis luctuosa</i> (Burmeister, 1839)					*				*	*
<i>Cloeon cognatum</i> Stephens, 1835										*
<b>Hemiptera</b>										
<i>Guerris thoracicus</i> Schummel, 1832			*		*					
<i>Plea minutissima</i> Leach, 1818										*
<i>Paracoris concinna</i> (Fieber, 1848)			*				*			
<i>Sigara lateralis</i> (Leach, 1818)							*			
<i>Micronecta scholtzi</i> (Fieber, 1851)			*		*					*
<i>Micronecta</i> sp.			*		*				*	
<i>Corixidae</i> (juveniles)		*			*					
<b>Coleoptera</b>										
<i>Helochares</i> sp.					*					
<i>Stenelmis</i> sp.					*					
<b>Diptera</b>										
<i>Dixella autumnalis</i> (Meigen, 1838)	*									
<i>Eulalia</i> sp.					*					
<b>Tipulidae</b>					*					
<i>Procladius choreus</i> (Meigen, 1804)		*								
<i>Procladius sagittalis</i> (Kieffer, 1909)							*			
<i>Procladius</i> sp.										*
<i>Ablabesmyia longistyla</i> Fittkau, 1962										*
<i>Ablabesmyia</i> cf. <i>monilis</i> (Linnaeus, 1758)										*
<i>Telopelopia</i> sp.										*
<i>Corynoneura</i> gr. <i>scutellata</i>			*		*					
<i>Corynoneura</i> sp.					*					*
<i>Cricotopus</i> ( <i>Cricotopus</i> ) <i>bicinctus</i> (Meigen, 1818)										*
<i>Cricotopus</i> ( <i>Isocladius</i> ) <i>sylvestris</i> (Fabricius, 1794)					*				*	
<i>Cricotopus</i> ( <i>Isocladius</i> ) <i>trifasciatus</i> (Meigen in Panzer, 1813)	*	*	*		*		*			
<i>Cricotopus</i> sp.	*		*		*		*		*	
<i>Limnophyes</i> sp.							*			
<i>Metriocnemus</i> sp.			*							
<i>Parakiefferiella bathophila</i> (Kieffer, 1912)			*		*					
<i>Psectrocladius</i> ( <i>Psectrocladius</i> ) <i>schlenzi</i> Wülker, 1956							*			
<i>Psectrocladius</i> ( <i>Psectrocladius</i> ) cf. <i>sordidellus</i> (Zetterstedt, 1838)									*	*
<i>Chironomus</i> cf. <i>aprilinus</i> Meigen, 1830	*				*					
<i>Chironomus</i> ( <i>Chironomus</i> ) <i>plumosus</i> (Linnaeus, 1758)		*	*				*		*	
<i>Chironomus</i> sp.					*		*			
<i>Cladopelma virescens</i> (Meigen, 1818)					*					

TABLA 7 (continuación)  
MACROINVERTEBRADOS RECOLECTADOS EN INVIERNO Y PRIMAVERA.  
[MACROINVERTEBRATE FAUNA RECORDED DURING WINTER AND SPRING.]

Macrozoobentos de la Rioja	Carralagroño		La Grajera		Las Cañas		El Recuenco		Beriaín	
	invierno	primav.	invierno	primav.	invierno	primav.	invierno	primav.	invierno	primav.
<i>Cryptochironomus supplicans</i> (Meigen, 1830)						*				
<i>Dicrotendipes</i> sp.									*	*
<i>Endochironomus</i> ( <i>Endochironomus</i> ) <i>tendens</i> (Fabricius, 1775)			*	*						
<i>Endochironomus</i> cf. <i>tendens</i> (Fabricius, 1775)			*	*						
<i>Glyptotendipes</i> sp.				*	*					*
<i>Kiefferulus tendipediformis</i> (Goetghebuer, 1921)				*						
<i>Parachironomus</i> cf. <i>arcuatus</i> (Goetghebuer, 1919)			*	*			*			
<i>Polypedilum</i> ( <i>Polypedilum</i> ) <i>convictum</i> (Walker, 1856)					*					
<i>Polypedilum</i> ( <i>Polypedilum</i> ) gr. <i>nubeculosum</i>				*	*				*	
<i>Paratanytarsus grimmii</i> (Schneider, 1885)				*	*					
<i>Paratanytarsus</i> sp.			*	*	*					
ARACHNIDA										
Hidracarina					*				*	
CRUSTACEA										
<i>Procambarus clarkii</i> (Girard, 1852)					*		*			

*bophila*) o relativamente tolerantes, como *Kiefferulus tendipediformis*, o las de los géneros *Corynoneura*, *Metriocnemus*, *Glyptotendipes* o *Parachironomus*. Como hemos mencionado, la riqueza específica de estos embalses, se ve acentuada por la existencia de vegetación litoral, lo cual parece indicar que tienen escasas fluctuaciones de nivel, funcionando más como lagos que como embalses.

Por otra parte, la riqueza específica que presenta la balsa de Beriaín (23 especies) no parece responder a ninguna de las variables estudiadas ya que presenta una escasa vegetación litoral (al ser una balsa, las orillas caen verticalmente en casi la totalidad de su perímetro) y resulta ser uno de los tres medios más eutróficos.

Desde el punto de vista del conocimiento faunístico, el presente estudio resulta pionero en cuanto al estudio de los medios acuáticos riojanos, por lo que la totalidad de las especies aquí recogidas resultan primeras citas para esta región.

## CONCLUSIONES

1) El contenido en sales de los medios acuáticos estudiados en La Rioja varía ampliamente desde el carácter hipersalino de la laguna de Carral-

agroño, hasta las aguas dulces del embalse de la Grajera y la balsa de Sojuela. En los medios más mineralizados dominaron los iones  $\text{Cl}^-$  y  $\text{Na}^+$  y en los menos mineralizados (Las Cañas, La Grajera y Sojuela)  $\text{HCO}_3^-$  y  $\text{Ca}^{++}$ .

2) Los medios estudiados tienen, en general, un marcado carácter eutrófico, especialmente significativo en los casos de Beriaín, El Recuenco y Carralagroño, donde la influencia de ganado ovino era evidente. En relación con lo anterior, también se detectan en esos medios concentraciones de materia orgánica indicativas de condiciones mesosapróbicas.

3) Las algas más frecuentes y abundantes del fitoplancton son, en general, clorofíceas y diatomeas. Prácticamente todas las especies encontradas son nueva cita para La Rioja, aunque en los medios leníticos someros de la Península Ibérica resulten bastante comunes.

4) Entre los rotíferos planctónicos dominantes destaca la presencia de *Polyarthra vulgaris* y varias especies del género *Brachionus*, indicadoras éstas últimas de aguas altamente eutróficas y condiciones mesosapróbicas. En el embalse de Las Cañas se da la mayor abundancia relativa de rotíferos (41% de la densidad total de todos los medios).



Las comunidades de rotíferos presentan, en general, índices de diversidad bajos, propios de ambientes altamente eutróficos como éstos. En el caso de Carralagroño, su carácter hipersalino explica la diversidad prácticamente nula encontrada en el plancton de ésta laguna.

El número medio de especies y el nivel medio de dominancia de los rotíferos encontrado en los embalses de El Recuenco y Las Cañas, delata en ellos la existencia de un cierto estrés ambiental, provocado en el primer caso por la elevada turbidez de origen mineral existente.

5) En el caso del macrozoobentos, el embalse de las Cañas presenta, contrariamente, la

mayor riqueza específica de los medios estudiados.. Desde el punto de vista faunístico, el conjunto de los resultados son novedosos para la región estudiada, ya que no hay estudios precedentes de la fauna de los sistemas dulceacuícolas riojanos.

## AGRADECIMIENTOS

A los Dres. F. Cobo y M. González (Facultad de Ciencias Biológicas, Santiago de Compostela), por la determinación de los tricópteros. Al Dr. M. Colomer (Centro de Estudios Hidrográficos, Madrid) por la identificación de *Cletocamptus retrogressus* Schmankevitch, 1875.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANTON, A. & DUTHIE, H. 1980. Use of cluster analysis in the systematics of the algal genus *Cryptomonas*. Can. J. Bot. 59: 992-1002.
- APHA 1985. Standard Methods for the examination of water and wastewater. Washington DC. 1268 pp.
- BENÍTEZ, A. 1950. Los Odonatos de España. Trabajos del Instituto Español de Entomología (C.S.I.C.). 99 pp.
- BERTRAND, H. 1954. Récoltes de Coléoptères aquatiques (Hydrocanthares) dans les massifs montagneux de l'Espagne; observations écologiques. Bull. Soc. Zool. France 79 (2-3): 91-105.
- BERTRAND, H. 1956. Récoltes de Coléoptères aquatiques (Hydrocanthares) dans les massifs montagneux de l'Espagne; observations écologiques. (2e note). Bull. Soc. Zool. France 81(1): 12-23.
- BERTRAND, H. 1957. Récoltes de Coléoptères aquatiques (Hydrocanthares) dans les massifs montagneux de l'Espagne; observations écologiques. (3e note). Bull. Soc. Zool. France. 82 (2-3): 149-157.
- BERTRAND, H. 1964. L'endémisme des insectes aquatiques en Espagne. C. R. Soc. Biogeogr. 358: 75-83.
- BERTRAND, H. 1966. Hémiptères Hétéroptères aquatiques recuillis en Espagne. Entomologiste 22(6): 144-151.
- BOLIVAR, I. & CHICOTE, C. 1897. Enumeración de los Hemípteros observados en España y Portugal. An. Soc. Hist. Nat. 7: 147-186.
- BERZINŠ, B. & PEJLER, B. 1989. Rotifer occurrence and trophic degree. Hydrobiologia 182: 171-180.
- CAMARGO, J. A. & GARCÍA DE JALÓN, D. 1987. Principales características morfológicas de los géneros ibéricos de la familia *Glossomatidae* (Trich.) en sus últimos estadios larvarios. Bol. Asoc. Esp. Entom. 11: 215-220.

- CASADO, S. & MONTES, C. 1995 Guía de los lagos y Humedales de España. Editor J.M. Reyero, Madrid. 255 pp.
- DE MANUEL, J. & JAUME, D. 1993. Zooplankton of reservoirs from the River Ebro basin (Spain): Relationships with some physical, chemical and biological features. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 25: 1236-1241.
- ESPAÑOL, F. 1958. Coleópteros de la Sierra de la Demanda. *P. Ins. Biol. Apl.* 28: 51-67.
- ETTL, H., GERLOFF, J., HEYNIG, H. & MOLLENHAUER, D. (Eds.). 1983, 1985, 1990, 1991: Süßwasserflora von Mitteleuropa 1, 9, 2(3), 6. Gustav Fisher Verlag. Jena und Stuttgart.
- EUGSTER, H.P. & HARDIE, L.A. 1978. Saline lakes. En: A. Lerman (ed.). *Lakes: Chemistry, Geology, Physics*. pp. 237-293. Springer-Verlag. New York.
- FORÉS, E., MENÉNDEZ, M. & COMÍN, F.A. 1986. Contribución al conocimiento de crustáceos y rotíferos del Delta del Ebro. *Misc. Zool.* 10: 105-111.
- FUENTE, J. M. DE LA. 1921. Catálogo sistemático-geográfico de los coleópteros observados en la Península Ibérica, Pirineos propiamente dichos y Baleares. *Bol. Soc. Ent. Esp.* 4: 55-112.
- GARCÍA, J.M. 1993. Peces, ríos y embalses de La Rioja, y su pesca deportiva. Fundación para el Estudio y Conservación de las Aves Riojanas y Asociación Calagurritana de Pescadores. La Rioja. 167 pp.
- GARCÍA DE JALÓN, D. 1982. Contribución a la zoogeografía de los tricópteros españoles. *Shilap, Rev. Lepid.* 10 (37,38,39): 75-78, 157-167, 237-244.
- GONZÁLEZ GUERRERO, P. 1926, Datos ficológicos de la Sierra de Cameros. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.* 26: 489-491.
- GREEN, J. 1993. Diversity and dominance in planktonic rotifers. *Hydrobiologia* 255/256: 345-352.
- HUBER-PESTALOZZI, G. (Ed.). 1938, 1955, 1968, 1983. *Das Phytoplankton des Süßwassers* 1, 3(2), 4, 7(1). E. Schweizerbart'sche Verlagssbuchhandlung. Stuttgart.
- HUTCHINSON, G.E. 1957. A treatise on limnology. Vol.I. John Wiley. New York. 1015 pp.
- JANSSON, A. 1980. Postglacial distributional history of *Arctocorisa carinata*. *Entom. Gener.* 6: 235-245.
- KOSTE, W. 1978. Rotatoria. Die Rädertiere Mitteleuropas (Überordnung Monogononta). Bestimmungswerk begründet von Max Voigt. I Textband: 673 pp. II Tafelband: 234 T. Borntraeger, Berlin, Stuttgart.
- MARGALEF, R. 1983. *Limnología*. Ediciones Omega S.A. Barcelona. 1010 pp.
- MARKER, A.F.H. *et al.* 1980. The measurement of photosynthetic pigments in freshwaters and standardization off methods: conclusions and recomendations. *Arch. Hydrobiol. Beih., Ergebn. Limnol.* 14: 91-106.
- MEFFERT, M.E. 1987. Planktic unsheated filaments (Cyanophyceae) with polar and central gas-vacuoles. I. Their morphology and taxonomy. *Arch. Hydrobiol. Suppl.* 76: 315-346.
- MONTES, C. & MARTINO, P. 1987. Las lagunas salinas españolas. En: *Seminario sobre Bases Científicas para la Protección de los Humedales en España*. Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Madrid. pp: 95-145.
- NAVÁS, L. 1908. Neurópteros de España y Portugal. *Broteria (Ser. Zool.)*. 7:5-131.



- NAVÁS, L. 1914. Notas entomológicas. 7. Excursión anual de la Sociedad Aragonesa de Ciencias Naturales a Ortigosa y Valvanera (Logroño). 2. Bol. Soc. Arag. Cienc. Nat. 13: 29-37.
- NAVÁS, L. 1916. Notas entomológicas. 2.ª serie. 13. Excursiones al valle de Arán (Lérida), 17-28 julio de 1915. Bol. Soc. Arag. Cienc. Nat. 15: 179-194.
- NAVÁS, L. 1917. Neurópteros nuevos o poco conocidos. 8.ª serie. Mem. R. Acad. Cienc. Art. Barcelona. 13(7): 155-178.
- NAVÁS, L. 1918 Neurópteros nuevos o poco conocidos. 10.ª serie. Mem. R. Acad. Cienc. Art. Barcelona. 14(4): 339-366.
- NAVÁS, L. 1920. Tricópteros (Ins.) de España. Asoc. Esp. Progr. Cienc. (Sevilla), sección 4, 6: 5-16.
- NAVÁS, L. 1922 Mis excursiones entomológicas durante el verano de 1921. Bol. Soc. Ent. Esp. 5: 107-119.
- PARDO, L. 1948. Catálogo de los lagos de España. Inst. Forestal Inv. Exp., N.º 41. Madrid. 532 pp.
- POISSON, R. A. 1957. Hétero-ptères aquatiques. Faune de France 61. P. Lechevalier, 263 pp.
- PRAT, N. 1979. Fauna marginal de los embalses españoles. Misc. Zool. 5: 149-160.
- REGIL, J. A., CHARRO, M. A. & GARRIDO, J. 1986. *Colymbetes fuscus* (Linnaeus, 1758) y *C. Schildknechti* Dettner, 1983 (Col., Dytiscidae): Análisis actualizado de la geonemia y sistemática de las formas imaginales y preimaginales. VIII Jorn. Asoc. Esp. Entomol. (Sevilla): 615-637.
- RIDDER, M. DE. 1962. Recherches sur les Rotíferes des eaux saumâtres. VIII. Quelques Rotíferes des Marismas espagnoles. Hydrobiologia 20(1): 92-109.
- SHANNON, C.E. & WEAVER, W. 1963. The mathematical theory of communication. Univ. Illinois Press. Urbana.
- SEGBERS, H. 1995. Rotifera, Vol. 2. The Lecanidae (Monogononta). Guides to the identification of the Microinvertebrates of the Continental Waters of the World. SPB Academic Publishing, The Hague. 226 pp.
- SLÁDECEK, V. 1973. System of water quality from the biological point of view. Arch. Hydrobiol. Beih., Ergebn. Limnol. 7: 1-218.
- SCHMID, F. 1949. Les Trichoptères de la collection Navás. Eos 25(3/4): 305-426.
- TAMANINI, L. 1957. Le *Velia* della penisola Iberica. 12 contributo allo studio del genere *Velia* Latr. Boll. Soc. Ent. Ital. 87: 149-153.
- UNESCO. 1992. Clasificación de masas de agua en relación con sus pretendidos usos. En: El control de la eutrofización en lagos y pantanos. Ediciones Pirámide, S.A., Madrid. pp: 315-335.
- VELASCO, J.L. 1990. Lista faunística y bibliográfica de los Rotíferos (ROTATORIA) de la Península Ibérica e Islas Baleares y Canarias. Listas de la flora y fauna de las aguas continentales de la Península Ibérica. Publ. N.º 8. Asociación Española de Limnología. Madrid. 195 pp.
- VICENTE, M. 1902: Algunos insectos de Ortigosa. Bol. Soc. Arag. Cienc. Nat. 1(7): 186-189.